

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

ATTORNEY DOCKET NO. 025311-0111

jc903 U.S. PTO  
09/986353  
11/08/01

Applicant: Tetsuro HANAWA  
Title: PROJECTION ALIGNER, EXPOSING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 11/08/2001  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Japanese Patent Application No. 2000-380661 filed December 14, 2000.

Respectfully submitted,

November 8, 2001  
Date

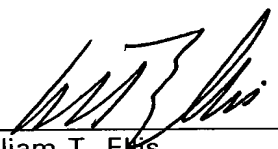
FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428



22428

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5485  
Facsimile: (202) 672-5399

  
William T. Ellis  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,874

G 5 2 8 4 - U S

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Hanawa  
25311-111

JC903 U.S. PTO  
09/986353



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2 0 0 0 年 1 2 月 1 4 日

出 願 番 号

Application Number:

特 願 2 0 0 0 - 3 8 0 6 6 1

出 願 人

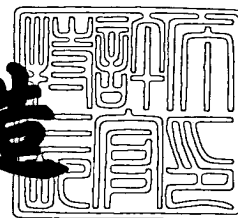
Applicant(s):

株式会社半導体先端テクノロジーズ

2 0 0 1 年 6 月 2 1 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 1 - 3 0 5 8 8 1 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 00PK026A

【提出日】 平成12年12月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社半導  
体先端テクノロジーズ内

【氏名】 塙 哲郎

【特許出願人】

【識別番号】 597114926

【氏名又は名称】 株式会社半導体先端テクノロジーズ

【代理人】

【識別番号】 100082175

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 守

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100106150

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 英樹

【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】

【識別番号】 100108372

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷田 拓男

【電話番号】 03-5379-3088

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049397

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9903446

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投影露光装置、露光方法及び半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体装置の製造のためのマスクパターンを被加工基板に投影する露光装置であって、

被加工基板に露光光を照射し、この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定する反射率測定機構と、

前記測定した反射率を参照して前記露光光の強度を所定の強度に調整する制御機構とを備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項 2】 前記反射率測定機構は、

反射率測定のために用いられる露光光の強度を調整することができる調整器と

この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定する反射率検出器とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 3】 前記反射率測定機構は、

反射率測定のために用いられる露光光の強度を調整することができる調整器と

反射率測定のために用いられる露光光を、二光束に分岐させるためのビームスプリッタと、

上記 2 光束のそれぞれに対応する 2 つの前記反射率検出器を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 4】 前記反射率測定機構は、

反射率測定のために用いられる光として、露光光源からの露光光の一部を分岐させる手段を備え、

反射率を測定する位置を、前記被加工基板の被露光直前の領域に配置したことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項 5】 前記反射率測定機構は、

反射率測定のために用いられる露光光を、所定のビーム状に形成する光学系を備えたことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項 6】 前記制御機構は、前記反射率測定機構による反射率測定結果に対し、反射率と適正露光光の強度との関係を示すデータに基づいて、前記測定した反射率から適正露光光の強度を求める手段を備えたことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項 7】 前記制御機構は、露光光を与える照明系の照度を変える手段を有することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項 8】 請求項 1 から 6 のいずれかに記載の投影露光装置であって、露光光源としてパルス発光光源を有する投影露光装置において、

前記制御機構は、パルス発光間隔を変える手段を有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項 9】 前記制御機構は、露光光に対して被加工基板を移動させるためのステージの走査速度を変える手段を有することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項 1 0】 露光光源からの露光光を被加工基板に照射し、この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定する第一の工程と、

この反射率により前記被加工基板に対する露光光の適正な強度を決定した後、この決定した強度の露光光を照射して前記被加工基板にマスクパターンを投影する第二の工程からなることを特徴とした投影露光方法。

【請求項 1 1】 前記第一の工程は、被加工基板の被露光領域に、予め投影露光の際の露光光より低エネルギーの露光光を照射して、この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定することを特徴とする請求項 1 0 に記載の投影露光方法。

【請求項 1 2】 前記第一の工程は、被露光領域にマスクパターン投影する際、露光光源からの露光光の一部を分岐させ、

この分岐光を、前記被加工基板の被露光領域近傍に照射して、この分岐光に対する前記被加工基板からの反射率を測定することを特徴とする請求項 1 0 または 1 1 に記載の投影露光方法。

【請求項 1 3】 前記第一の工程は、被露光領域にマスクパターン投影する際、露光光源からの露光光の一部を分岐させ、

この分岐光を、前記被加工基板の被露光直前領域に照射して、この分岐光に対する前記被加工基板からの反射率を測定することを特徴とする請求項 1 0 から 1 2 のいずれかに記載の投影露光方法。

【請求項 1 4】 前記第一の工程は、露光光源からの露光光の一部を光学系を用いて所定のビーム状に形成して被加工基板に照射し、

これに対する反射率を測定すること特徴とする請求項 1 0 から請求項 1 3 のいずれかに記載の投影露光方法。

【請求項 1 5】 前記第一の工程は、

露光光源からの露光光の一部を分岐させた後、その分岐光をさらに 2 光束に分岐し、2 つの分岐光のうち、基板の移動方向から判断して、被露光直前領域となる部分を照射する分岐光に対しての反射率を測定すること特徴とする請求項 1 0 から請求項 1 4 のいずれかに記載の投影露光方法。

【請求項 1 6】 前記第二の工程は、被加工基板の反射率と露光光の適正強度との関係を示すデータを用意し、反射率の測定結果から、前記データを参照して露光時に適正な露光光の強度を決定することを特徴とする請求項 1 0 から 1 5 のいずれかに記載の投影露光方法。

【請求項 1 7】 前記第二の工程は、前記露光光の照度を変更することにより、前記適性な強度の露光光を照射することを特徴とする請求項 1 0 から 1 6 のいずれかに記載の投影露光方法。

【請求項 1 8】 前記第二の工程は、前記露光光のパルス発光間隔を変更することにより、前記適性な強度の露光光を照射することを特徴とする請求項 1 0 から 1 6 のいずれかに記載の投影露光方法。

【請求項 1 9】 前記第二の工程は、前記被加工基板を載置したウエハステージの走査速度を調整することにより、前記適性な強度の露光光を照射することを特徴とする請求項 1 0 から 1 6 のいずれかに記載の投影露光方法。

【請求項 2 0】 前記請求項 1 0 から請求項 1 9 のいずれかに記載の投影露光方法を用いて製造されたことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

## 【発明が属する技術分野】

この発明は、半導体装置製造工程において、マスクパターンを被加工基板に投影する際に用いられる投影露光装置及びこれを用いた投影露光方法並びに半導体装置に関するものである。

また、具体的な適用としては、被加工基板上に形成された皮膜の膜厚変動や物性変動により生じるレジストパターン寸法や形状の変動を抑えることを可能にした投影露光装置の構造、使用に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

この発明は典型例としては、写真製版プロセスにおいて、被加工基板に、微細回路パターンを形成する際に用いられる投影露光装置に関するものであり、以下、縮小投影露光装置を例にして説明する。

## 【0003】

図3は、既知の縮小投影露光装置を説明するための断面図である。

図3において、1は、露光光源、2は、フライアイレンズ、3は、 $\sigma$ 絞り、3Aは、反射鏡、3Bは、コンデンサレンズ、4は、レチクル、5は、投影光学系、7は、被加工基板であるウエハを示す。通常、露光光源1から発した露光光は、フライアイレンズ2、 $\sigma$ 絞り3、コンデンサレンズ3Bを通り抜け、レチクル4を照明し、投影光学系5によって縮小されて、ウエハ7上に到達し、ウエハ7の表面上にレジストパターンが形成される。

## 【0004】

ところで、近年、半導体装置の回路パターンの高集積化・微細化に対応するため、半導体基板にマスクパターンを投影露光する工程においても、露光装置の露光光の短波長化や縮小投影レンズの開口数(NA)の拡大化による高解像度化が進んでいる。現在では、ArFエキシマレーザー光を露光光源とする、開口数(NA) > 0.7の投影露光装置が実用化されようとしている。

## 【0005】

しかし、露光光源の短波長化及び縮小投影レンズの開口数(NA)の拡大に伴い、解像度は向上するが、同時に焦点深度は浅くなってしまうため、プロセス変



動に対する裕度が小さくなる。

【0006】

したがって微細パターンを忠実かつ正確に形成するため、基板においては、化学的機械的研磨（CMP）技術の適用等によるウエハの平坦度の向上が計られており、また、投影露光装置側では、諸元の計測精度の向上や先読みフォーカスセンサからの情報を利用して基板の凹凸に追従しながら露光を行う走査型投影露光装置の適用等が行われている。

【0007】

一方、上述のように、焦点深度が浅くなり、プロセス変動に対する裕度が小さくなっている状況にあっては、レジスト膜厚の変動や被加工基板上に形成された皮膜の膜厚変動も、レジストパターン寸法や形状の変動に影響を与えることとなる。

【0008】

これについて、図4から図6を用いて説明する。図4から図6は、SiN膜7bの膜厚、レジスト膜7cの膜厚とSi基板7aの反射率の関係を示すグラフである。

【0009】

図4は、Si基板7a上にSiN膜7bを1000Åデポし、さらにKrFレジスト7cを5000Å塗布した場合のそれぞれの膜厚変動と、KrFエキシマレーザー光に対するSi基板7aの反射率の変化との関係を示したグラフである。図4において、横軸は、SiN膜7bの膜厚、縦軸は、レジスト膜7cの膜厚であり、Si基板7aの反射率変動を等高線図で表現している。

【0010】

SiN成膜実力は±10%、レジスト膜は設定値±50Åの膜厚変動があると考えられる。従って、図4においては、SiN膜7bの膜厚は、900Å～1100Å、レジスト膜7cの膜厚は4950Å～5050Åの間で変化する。このSiN膜7bの膜厚及びレジスト膜7cの膜厚の変化によりSi基板7aの反射率は大きく変化することがわかる。

【0011】

図5は、レジスト膜7cの膜厚を固定した場合の、SiN膜7bの膜厚の変化とSi基板7aからのKrFエキシマレーザー光に対する反射率の変化との関係を表すグラフである。図5において、横軸は、SiN膜7bの膜厚、縦軸は、Si基板7aからの反射率を示す。SiN成膜実力を $\pm 10\%$ と仮定すると、図5から、Si基板7aからの反射率は $18\% \sim 52\%$ の間で変動することがわかる。

#### 【0012】

図6は、SiN膜7bの膜厚を固定した場合の、レジスト膜7cの膜厚の変化とSi基板7aからのKrFエキシマレーザー光に対する反射率の変化との関係を表すグラフである。図6において、横軸は、レジスト膜7cの膜厚、縦軸は、Si基板7aからの反射率を示す。平坦な基板上では、レジスト塗布膜厚は設定値 $\pm 50 \text{ \AA}$ 以内で制御可能であり、従って、図6により、Si基板7aからの反射率は $32\% \sim 49\%$ の間で変動することがわかる。

#### 【0013】

ところで、被加工基板からの反射率は、レジストに吸収されるエネルギー量と反比例する。即ち、被加工基板からの反射が高い場合には、レジストに吸収されるエネルギー量が少なくなる。従って、ポジ型のレジストを用いた場合には感光量が減少する。

#### 【0014】

即ち、例えば、図7に示すように、Si基板7aの反射率が露光量設定基準反射率より高い場合には、形成されるレジストパターン寸法は大きくなる。逆に、Si基板7aの反射率が露光量設定基準反射率より低い場合には、形成されるレジストパターン寸法は小さくなる。

#### 【0015】

#### 【発明が解決しようとする課題】

以上説明したように、レジスト膜厚や被加工基板上に形成された皮膜の膜厚の変動は、レジストパターン寸法や形状に変動を与えることとなる。このうち、レジスト膜厚の変動については、焦点深度対策でのウェハの平坦化により、押さえ込むことが可能である。従って、レジスト膜の下で被加工基板上に形成された皮

膜の膜厚や物性の制御が、被加工基板からの反射率変動によるレジストパターン寸法変動を抑制するためには重要である。

【 0 0 1 6 】

しかし、ウエハ面内、ウエハ間、ロット間で膜厚や物性を制御することは困難であるため、被加工基板からの反射の影響を抑制するために、レジスト膜の下や、被加工基板最上層への反射防止膜の適用が行われている。また投影露光装置側では、露光量制御方式や照明ムラの低減等の対策が施されてきている。

【 0 0 1 7 】

しかしながら反射防止膜の適用により、特に写真製版後のドライエッチングプロセス時に反射防止膜エッチングのためのステップが加わるため、レジストパターンの寸法制御性が低下し、また反射防止膜形成に伴い製造コストの増加及び処理能力の低下といった問題が発生することとなる。

【 0 0 1 8 】

この発明は、上述の問題点を解決するためになされ、高集積・微細化の進むパターンの投影露光を忠実かつ正確に実現しようとするものであり、即ち、レジストパターンの寸法や形状の変動を、安価に、かつ処理能力やドライエッチング時の寸法制御性を落とすことなく抑えようとするものである。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

この発明の投影露光装置は、半導体装置の製造のためのマスクパターンを被加工基板に投影する露光装置であって、

被加工基板に露光光を照射し、この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定する反射率測定機構と、

前記測定した反射率を参照して前記露光光の強度を所定の強度に調整する制御機構とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

また、この発明の投影露光装置は、前記反射率測定機構が、  
反射率測定のために用いられる露光光の強度を調整することができる調整器と

この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定する反射率検出器とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 1 】

また、この発明の投影露光装置は、前記反射率測定機構が、  
反射率測定のために用いられる露光光の強度を調整することができる調整器と

反射率測定のために用いられる露光光を、二光束に分岐させるためのビームスプリッタと、

上記 2 光束のそれぞれに対応する 2 つの前記反射率検出器を備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 2 】

また、この発明の投影露光装置は、前記反射率測定機構が、  
反射率測定のために用いられる光として、露光光源からの露光光の一部を分岐させる手段を備え、

反射率を測定する位置を、前記被加工基板の被露光直前の領域に配置したことを特徴とするものである。

【 0 0 2 3 】

また、この発明の投影露光装置は、前記反射率測定機構が、  
反射率測定のために用いられる露光光を、所定のビーム状に形成する光学系を備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

また、この発明の投影露光装置は、前記反射率測定機構による反射率測定結果に対し、反射率と適正露光光の強度との関係を示すデータに基づいて、前記測定した反射率から適正露光光の強度を求める手段を備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 5 】

また、この発明の投影露光装置は、前記制御機構が、露光光を与える照明系の照度を変える手段を有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 6 】

また、この発明の投影露光装置は、露光光源としてパルス発光光源を有する投影露光装置において、前記制御機構が、パルス発光間隔を変える手段を有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 7 】

また、この発明の投影露光装置は、前記制御機構が、露光光に対して被加工基板を移動させるためのステージの走査速度を変える手段を有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 8 】

次に、この発明の投影露光方法は、露光光源からの露光光を被加工基板に照射し、この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定する第一の工程と、この反射率により前記被加工基板に対する露光光の適正な強度を決定した後、この決定した強度の露光光を照射して前記被加工基板にマスクパターンを投影する第二の工程からなることを特徴とするものである。

【 0 0 2 9 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第一の工程が、被加工基板の被露光領域に、予め投影露光の際の露光光より低エネルギーの露光光を照射して、この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定することを特徴とするものである。

【 0 0 3 0 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第一の工程が、被露光領域にマスクパターン投影する際、露光光源からの露光光の一部を分岐させ、この分岐光を、前記被加工基板の被露光領域近傍に照射して、この分岐光に対する前記被加工基板からの反射率を測定することを特徴とするものである。

【 0 0 3 1 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第一の工程が、被露光領域にマスクパターン投影する際、露光光源からの露光光の一部を分岐させ、この分岐光を、前記被加工基板の被露光直前領域に照射して、この分岐光に対する前記被加工基板からの反射率を測定することを特徴とするものである。

【 0 0 3 2 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第一の工程が、露光光源からの露光光の一部を光学系を用いて所定のビーム状に形成して被加工基板に照射し、これに対する反射率を測定することを特徴とするものである。

【 0 0 3 3 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第一の工程が、  
露光光源からの露光光の一部を分岐させた後、その分岐光をさらに 2 光束に分岐し、2つの分岐光のうち、基板の移動方向から判断して、被露光直前領域となる部分を照射する分岐光に対しての反射率を測定すること特徴とするものである。

【 0 0 3 4 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第二の工程が、被加工基板の反射率と露光光の適正強度との関係を示すデータを用意し、反射率の測定結果から、前記データを参照して露光時に適正な露光光の強度を決定することを特徴とするものである。

【 0 0 3 5 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第二の工程が、前記露光光の照度を変更することにより、前記適性な強度の露光光を照射することを特徴とするものである。

【 0 0 3 6 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第二の工程が、前記露光光のパルス発光間隔を変更することにより、前記適性な強度の露光光を照射することを特徴とするものである。

【 0 0 3 7 】

また、この発明の投影露光方法は、前記第二の工程が、前記被加工基板を載置したウエハステージの走査速度を調整することにより、前記適性な強度の露光光を照射することを特徴とするものである。

【 0 0 3 8 】

また、この発明の投影露光方法は、前記投影露光装置または前記投影露光方法を用いて製造されたことを特徴とするものである。

## 【 0 0 3 9 】

## 【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下、この発明の実施形態について図を用いて説明する。なお、図中、同一または相当する部分については、同一の符号を付して、説明を簡略化ないし省略する。

## 実施の形態 1.

まず、この実施の形態 1 の概要を説明すると、この実施の形態 1 では、露光光源から発した露光光の一部を分岐し、この分岐光に対する被加工基板の反射率を予め測定して、この反射率の測定結果を参照して、最適な露光光の強度を求め、この強度において投影露光を行う。これによって、被加工基板上に形成された皮膜の膜厚や、物性の変動による、レジストパターン寸法や形状の変動を抑えることができる。

## 【 0 0 4 0 】

これについて、図 1、及び図 2 を用いて説明する。

図 1 は、この実施の形態における、半導体デバイス製造のための微細レジストパターン形成に用いられる縮小投影露光装置の概略を示したものである。

## 【 0 0 4 1 】

図 1 において、1 は、露光光源、2 は、フライアイレンズ、3 は、 $\sigma$  絞り、3 A は、反射鏡、3 B は、コンデンサレンズ、4 は、レチクル、5 は、投影光学系を示す。また、7 は、被加工基板であるウエハを示し、支持台であるウエハステージ 6 に支えられている。また、8 は、ウエハ 7 上の被露光領域を示す。

## 【 0 0 4 2 】

露光光源 1 から発した露光光は、フライアイレンズ 2、 $\sigma$  絞り 3、を経て、レチクル 4 を照射する。レチクル 4 のマスクパターンは、縮小投影光学系 5 により  $1/4 \sim 1/5$  に縮小され、ウエハ 7 面上の露光領域 8 で結像する。これによって、ウエハ 7 表面上に所望のレジストパターンが形成される。

## 【 0 0 4 3 】

通常、露光光源 1 には、高圧水銀ランプやエキシマレーザーが用いられ、エキシマレーザーとしては、波長 248 nm の KrF や、波長 193 nm の ArF、及

び波長157nmのF2が用いられるが、この発明の範囲内で、これに限るものではない。

## 【0044】

図1において、9は、ハーフミラーである。10は、入射光の形状を整形する光学系であり、強度を減衰させるための調整器の役割をも果たす。また、11は、ビームスプリッタを示す。光学系（調整器）10を経た光は、ビームスプリッタ11によって、下方向と横方向に分岐される。12は、反射ミラー、13a及び13bは、ハーフミラー、14a及び14bは、折り曲げミラー、15a及び15bは、反射率検出器を示す。また、反射率検出器15a及び15bにはそれぞれ反射光の強度を測定できるよう光強度測定センサが備えられており、この、光強度測定センサからの測定結果から、反射率を算出することができる。

## 【0045】

13aは、ビームスプリッタ11から分岐されたの下方向の光を受けられるよう、ビームスプリッタ11の下方向に設置され、反射ミラー12は、ビームスプリッタ11の横方向の光を受けられるよう、ビームスプリッタの横方向に設置されている。また、ハーフミラー13bは反射ミラー12の下方向に設置されている。

## 【0046】

さらに、ハーフミラー13a、13bによって反射した光は、それぞれ、折り曲げミラー14a、14bを経て、反射率検出器15a、15bに入射するよう、ハーフミラー13a、13b、折り曲げミラー14a、14b、反射率検出器15a、15bは、横方向の一直線上に設けられている。また、折り曲げミラー14a、14bは、それぞれ、被露光直前領域8a、8bの真上に位置する。

また、20は、基板の反射率測定の基準をとるための基準反射板を示す。

## 【0047】

ハーフミラー9、光学系（調整器）10、ビームスプリッタ11、反射ミラー12、ハーフミラー13a、13b、折り曲げミラー14a、14b、反射率検出器15及び基準反射板20を含んで、反射率測定機構100を構成する。

## 【0048】



さらに、ハーフミラー 9、光学系（調整器）10、ビームスプリッタ 11、反射ミラー 13 a、折り曲げミラー 14 a、反射率検出器 15 a 及び基準反射板 20 を含んで、一方の反射率測定系 100 a を構成し、また、ハーフミラー 9、光学系（調整器）10、ビームスプリッタ 11、反射ミラー 12、ハーフミラー 13 b、折り曲げミラー 14 b、反射率検出器 15 b 及び基準反射板 20 を含んで、他方の反射率測定系 100 b を構成する。

#### 【0049】

次に、以上のように構成された縮小投影露光装置を用いた投影露光方法について、図 1 を用いて説明する。

#### 【0050】

図 1 において、露光光源 1 から発射された露光光は、ハーフミラー 9 に入射し、一部が下方方向に反射して、露光光と分岐する。この分岐光は、光学系（調整器）10 に入射し、光学系（調整器）10 は、この分岐光を、楕円形に整形すると共に、ウエハ 7 面上における光強度が、露光領域 8 の  $1/100 \sim 1/10000$  になるように減衰させる。さらにこの分岐光は、ビームスプリッタ 11 を経て、下方方向の光と横方向の光の 2 光束に分岐する。

#### 【0051】

下方方向に分岐された光は、ハーフミラー 13 a に入射して、横方向に反射し、折り曲げミラー 14 a を経て、ウエハ 7 上の被露光領域 8 に隣接する被露光直前領域 8 a を垂直に照射する。この照射光に対するウエハ 7 からの反射光は、再び折り曲げミラー 14 a を経て反射率検出器 15 a に導かれる。反射率検出器 15 a によって、下方方向に分岐された露光光に対するウエハ 7 からの反射光の強度が測定される。

#### 【0052】

一方、横方向に分岐された光は、反射ミラー 12 を経て下方方向に反射する。この反射光は、ハーフミラー 13 b に入射して、横方向に反射し、折り曲げミラー 14 b を経て、露光直前領域 8 b を垂直に照射する。この照射光に対するウエハ 7 からの反射光は、再び折り曲げミラー 14 b を経て反射率検出器 15 b に導かれる。反射率検出器 15 b によって、横方向に分岐された露光光に対するウエハ 7

からの反射光の強度が測定される。

【 0 0 5 3 】

この測定された反射光の強度から反射率を算出するための一手段を説明する。  
ステージ 6 上に基準反射板 2 0 を設置する。ウエハステージ 6 上へウエハ 7 を搬送する直前に、基準反射板 2 0 に露光光を照射する。この露光光に対する基準反射板 2 0 の反射光の強度を測定し、この結果を、予め、反射率検出器 1 5 a、1 5 b に入力しておく。これを参照して、反射率検出器 1 5 a、1 5 b において測定されたウエハ 7 からの反射光の強度から、反射率を算出する。

尚、反射率算出方法はこれに限るものではなく、他の方法であっても良い。

【 0 0 5 4 】

反射率検出器 1 5 a または 1 5 b からの出力により、レジストの種類や処理する製品、工程毎にあらかじめ求めておいた反射率と適正露光量の関係を参照して、被露光直前領域 8 a または 8 b に対する最適な露光光の強度を決定する。

【 0 0 5 5 】

被露光直前領域 8 a または 8 b に、マスクパターンを投影露光する時には、この強度の露光光を照射する。これによって、ウエハ 7 の膜厚変動や物性変動による、最適露光量と実際の露光量との差に起因するレジストパターン寸法や形状変動を抑えることが可能となる。

【 0 0 5 6 】

図 2 ( a ) 及び ( b ) は、この実施の形態 1 における、ウエハ 7 からの反射率の計測方法を説明するための図である。図 2 において、1 6 a、1 6 b はウエハステージの移動方向、1 7 は反射率測定のための入射光、1 8 は、反射光、1 9 は、入射光のビーム形状を示す。

【 0 0 5 7 】

この実施の形態 1 では、図 1 に示すように、ビームスプリッタ 1 1 により入射光を 2 光束に分岐し、反射率測定系 1 0 0 a、1 0 0 b の 2 系統設けている。この反射率測定系 1 0 0 a 及び 1 0 0 b の 2 系統を含んで反射率測定機構 1 0 0 を構成する。一方の反射率測定系 1 0 0 a は被露光直前領域 8 a の反射率を測定するための機構であり、他方の反射率測定系 1 0 0 b は被露光直前領域 8 b の反射

率を測定するための機構を示す。

【0058】

図2(a)は、被露光直前領域8aの反射率を反射率測定系100aにより測定する場合の概略図であり、図2(b)は、被露光直前領域8bの反射率を反射率系100bにより測定する場合の概略図である。

【0059】

投影レンズ5に対するウエハステージ6の移動方向16a、16bは、縮小投影露光装置が一括型(ステッパ)であっても走査型(スキャナ)であっても処理時間を最小にするために、16aと16bの2方向存在する。

【0060】

図2(a)に示すように、ウエハステージ6が、16aの方向に移動する場合の被露光直前領域は8bであり、したがって、反射率測定系100bによって反射率が測定される。

【0061】

また、図2(b)に示すように、ウエハステージ6が、16bの方向に移動する場合の被露光直前領域は8aであり、したがって、反射率測定系100aによって反射率が測定される。

【0062】

従って、ウエハステージ6が、16a、16bのいずれに移動する場合にも対応することができ、処理速度を最小に抑えることができる。

【0063】

また、この実施の形態では、反射ミラー14a、14bを経た入射光17が入射する場所は、被露光領域8の0.5mm~3mm程度の位置にある被露光直前領域8aまたは8bである。すなわち、被露光領域8に投影露光する際、隣接する次の被露光領域である8aまたは8bの反射率を同時に測定する。これによって、処理時間を最小に抑えることができるが、予め反射率を求めることのできるものであれば、これに限るものではない。

【0064】

また、この実施の形態では、ウエハ7からの反射率情報を平均化するため、光

学系 1 0 によって、分岐光の形状 1 9 を、短径幅 0.5 ~ 2 mm 長径幅 0.5 ~ 2 6 mm の楕円形に整形する。しかし、この発明の範囲内において、他の形状であってもよい。尚、反射率情報の平均化は、入射光 1 7 が反射率の特異点を照射することにより露光量が不適切に設定されることを避けるために行う。

【 0 0 6 5 】

また、この実施の形態では、入射光 1 7 は 1 光束ビームであるが、この発明はこれに制限されることはなく、複数のビームで構成するものであってもよい。これにより、ウエハ 7 の反射率情報の平均化を達成することも可能である。

【 0 0 6 6 】

さらに、この実施の形態は、入射光 1 7 をウエハ 7 に対して垂直に入射する場合を想定しているが、これに限定されることはなく、ウエハ 7 に対して斜め方向から入射光 1 7 を照射し、反射光 1 8 を入射光と異なる光学系で反射率検出器に導くものであってもよい。

【 0 0 6 7 】

実施の形態 2 .

この発明の実施の形態 2 による投影露光装置は、構造的には図 1 に示すものと同様である。

【 0 0 6 8 】

ただし、この実施の形態 2 では、露光光源 1 は、高圧水銀ランプ等である。また、この投影露光装置は、照明系の照度を変更することにより、露光光の強度を調整できる制御機構を有する。これによって、反射率測定結果に応じた最適な露光光の強度における投影露光を実現することができる。その他の部分は図 1 と同様であるから省略する。

【 0 0 6 9 】

実施の形態 3 .

この発明の実施の形態 3 による投影露光装置は、構造的には図 1 に示すものと同様である。

【 0 0 7 0 】

ただし、この実施の形態 3 では、露光光源 1 は、エキシマレーザー等のパルス

発光光源である。また、この投影露光装置は、パルス発光間隔を変えることにより、露光光の強度を調整できる制御機構を有する。これによって、反射率測定結果に応じた最適な露光光の強度における投影露光を実現することができる。その他の部分は図1と同様であるから省略する。

## 【0071】

## 実施の形態4.

この発明の実施の形態4による投影露光装置は、構造的には図1に示すものと同様である。

## 【0072】

ただし、この実施の形態4では、投影露光装置は走査型のものである。また、この投影露光装置は、ウエハ7を投影レンズ5に対し移動させるウエハステージ6の走査速度を変えることにより、露光光の強度を調整できる制御機構を有する。これによって、反射率測定結果に応じた最適な露光光の強度における投影露光を実現することができる。その他の部分は図1と同様であるから省略する。

## 【0073】

## 【発明の効果】

以上の説明したようにこの発明においては、投影露光前に、予め、被露光領域に低エネルギーの露光光を照射し、露光光に対する基板からの反射率を測定する。従って、被加工基板上に形成された皮膜の膜厚や物性変動に起因して発生する露光光に対する反射率の局所的変化に対応して、最適な露光光の強度を決定することができる。これに従って、露光光が最適な強度になるように、強度を随時変化させることにより、レジストパターン寸法や形状の変動を、安価に、かつ処理能力やドライエッチング時の寸法制御性を落とさずに抑えることが可能となる。

## 【0074】

また、この発明において、被露光領域に露光する際の露光光の1部を分岐することにより、被露光領域の投影露光と同時に、被露光直前領域の反射率を測定することができる。これによって、さらに、安価に、かつ処理能力を落とすことなく、高い性能で、レジストパターンを形成することが可能である。

## 【0075】

さらに、この発明において、1部分岐された露光光はさらに2拘束に分岐され2系統の反射率測定系を含む反射率測定機構を備えることにより、ウエハステージの2方向ある移動方向のどちらにでも対応でき、より安価で処理能力の高いレジストパターンの形成方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1における、縮小投影露光装置の概略を示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態1における、基板反射率の計測方法の説明をするための図である。

【図3】 従来の縮小投影露光装置の概略を示す図である。

【図4】 レジスト膜厚とSiN膜厚変動による基板反射率変動を示したグラフである。

【図5】 SiN膜厚変動による基板反射率変動を示したグラフである。

【図6】 レジスト膜厚変動による基板反射率変動を示したグラフである。

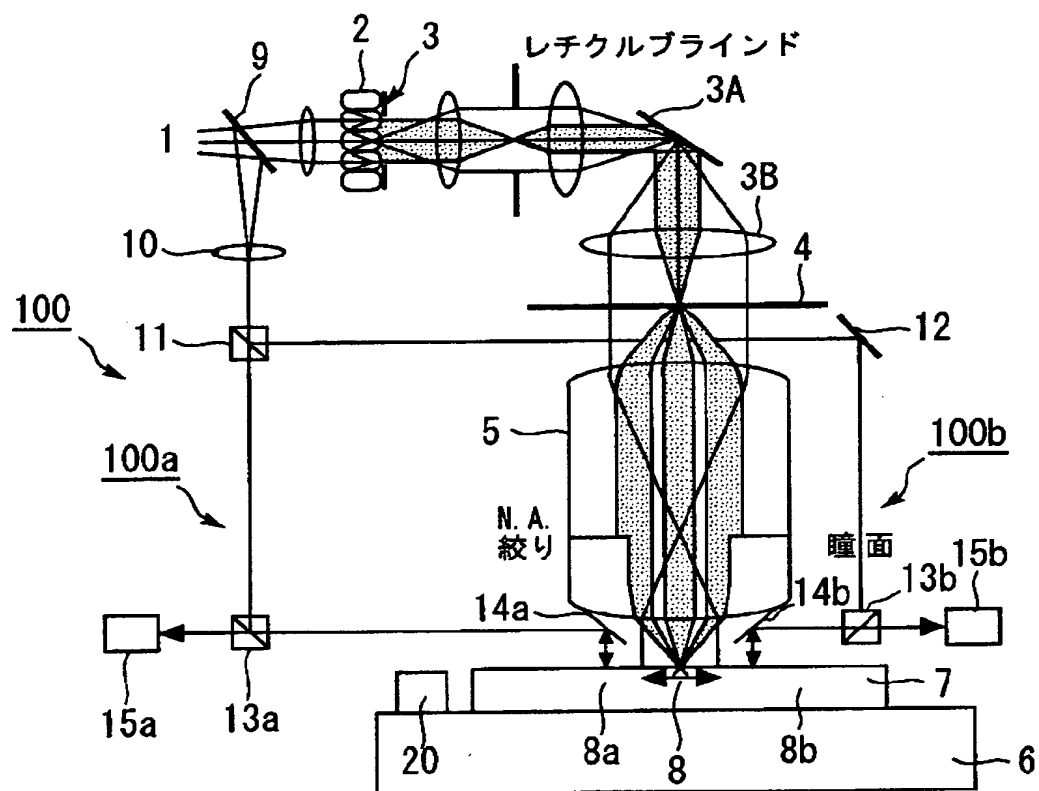
【図7】 基板反射率とポジ型レジスト寸法の関係を示したグラフである。

【符号の説明】

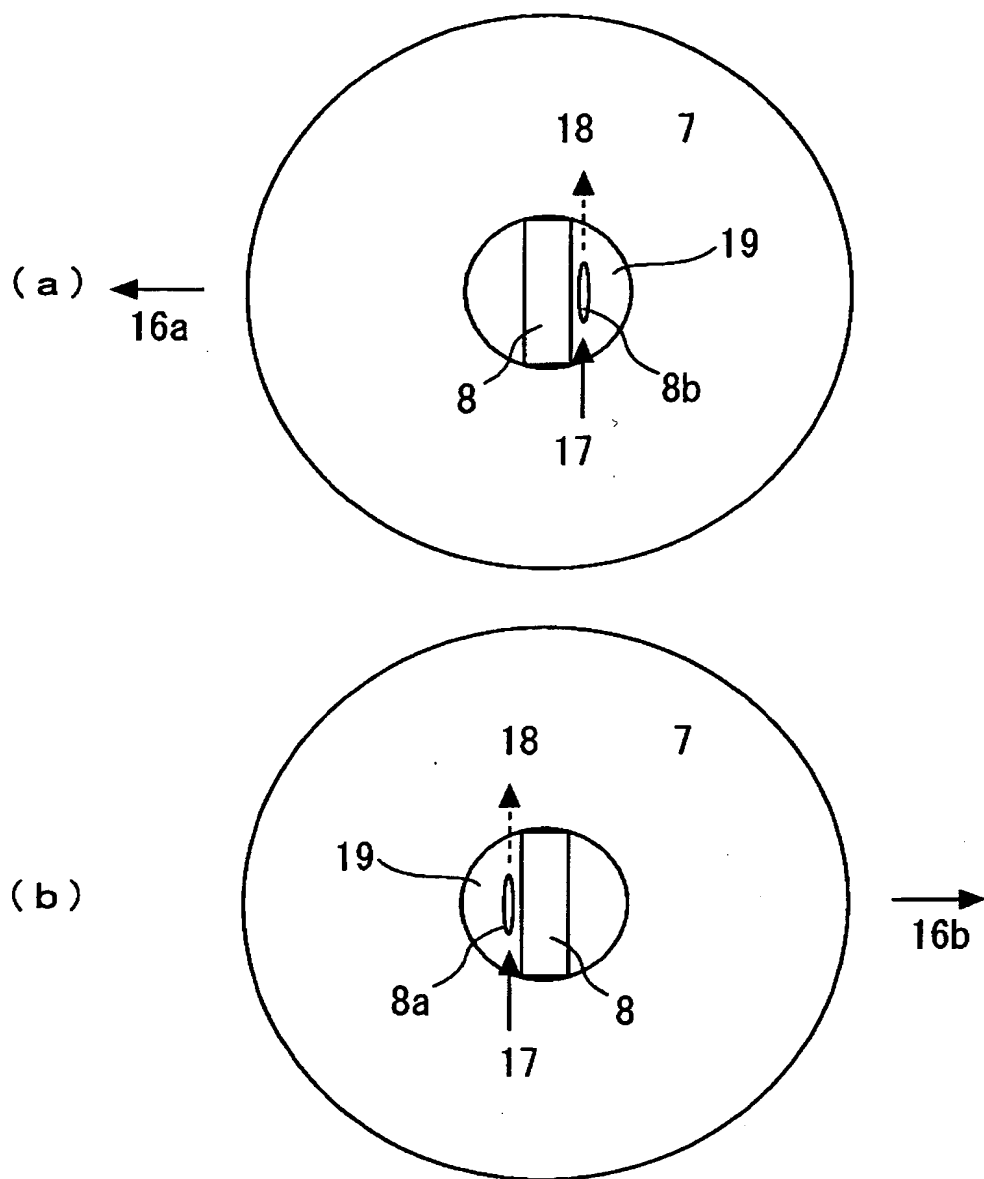
1 露光光源、 2 フライアイレンズ、 3  $\sigma$  絞り、 3 A 反射鏡、 3 B コンデンサレンズ、 4 レチクル、 5 縮小投影レンズ、 6 ウエハステージ、 7 被加工基板、 7 a Si 基板、 7 b SiN 膜、 7 c レジスト膜、 8 被露光領域、 8 a、8 b 被露光直前領域、 9 ハーフミラー、 10 光学系、 11 ビームスプリッタ、 12 反射ミラー、 13 a、13 b ハーフミラー、 14 a、14 b 折り曲げミラー、 15 a、15 b 反射率検出器、 16 a、16 b ウエハステージ移動方向、 17 入射光、 18 反射光、 19 入射光ビーム形状、 20 基準反射板。

【書類名】 図面

【図 1】

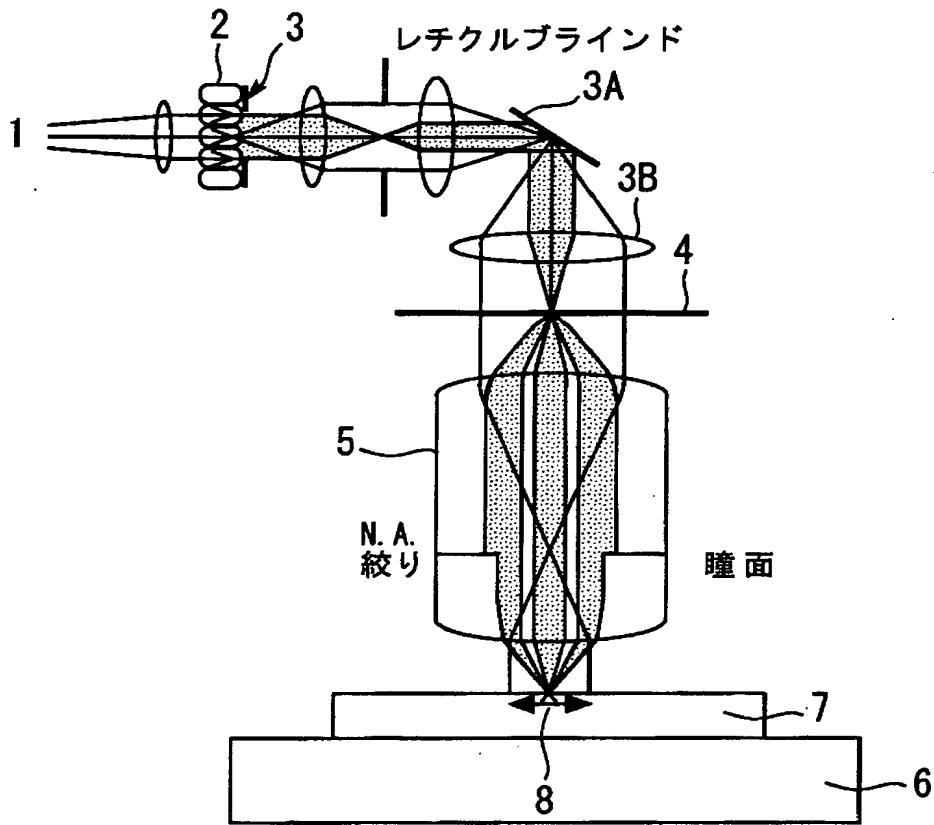


【図 2】

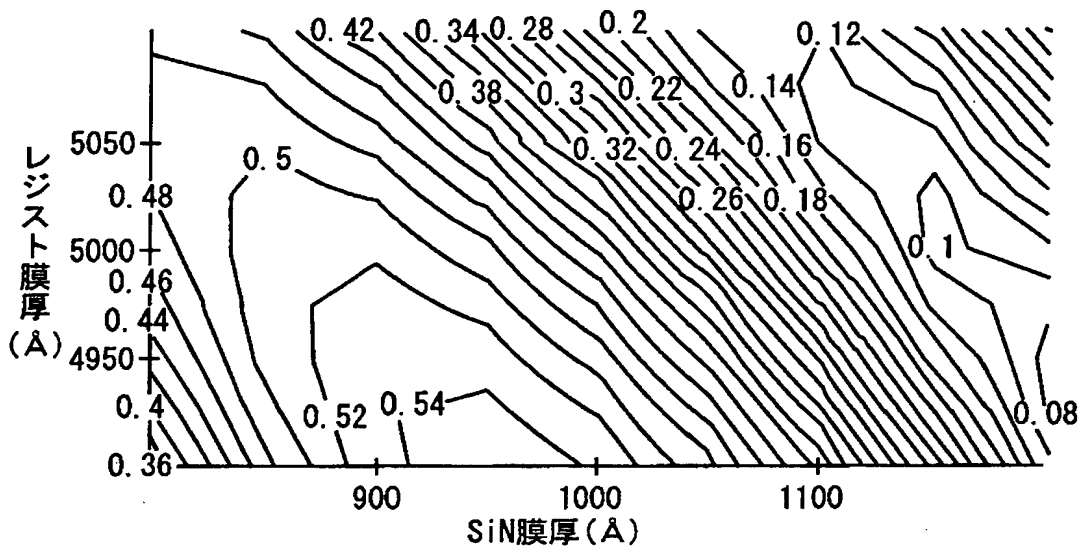




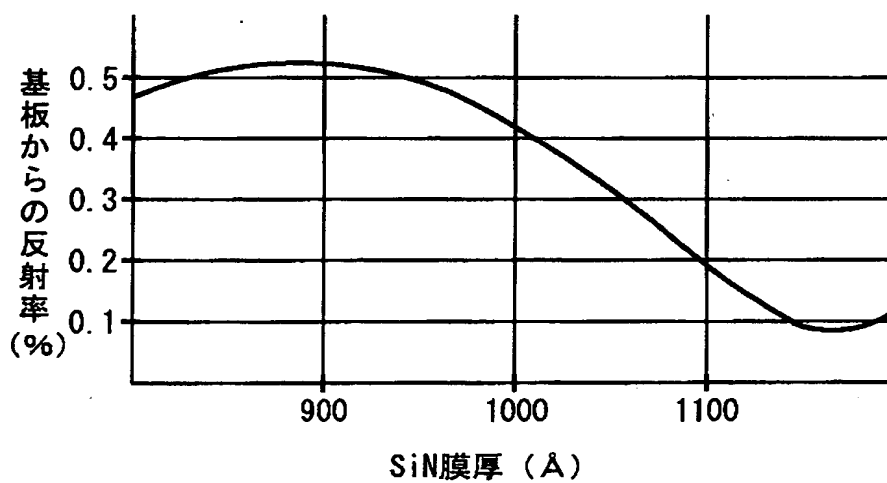
【図3】



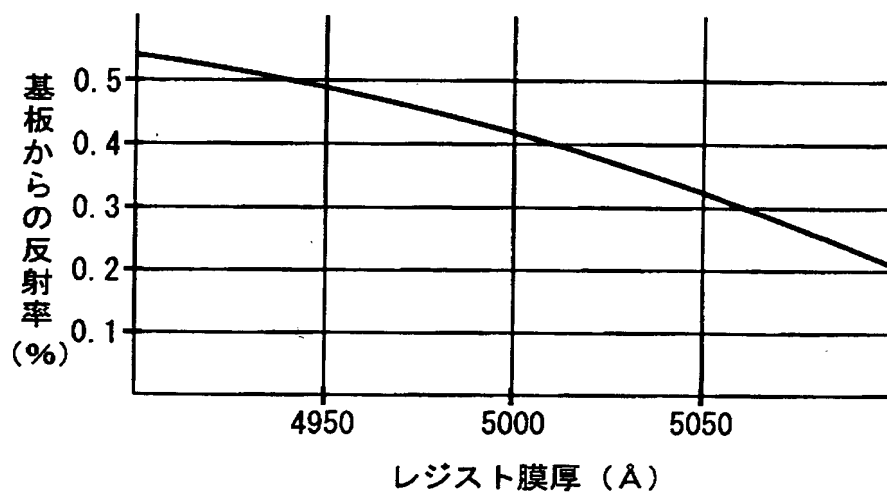
【図 4】



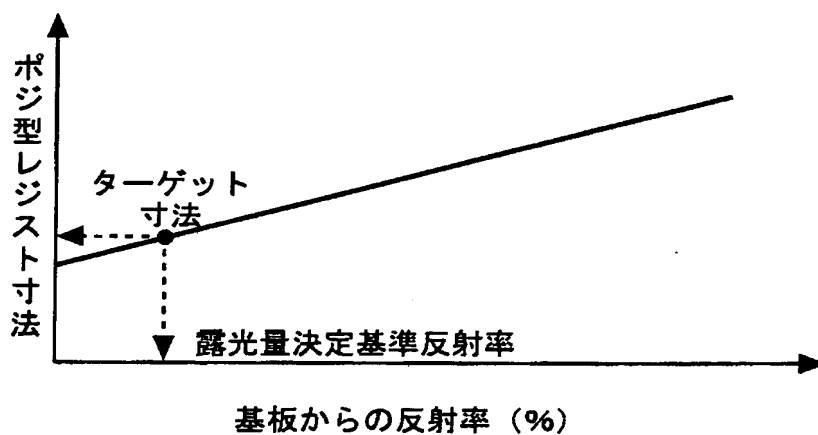
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 投影露光において、被加工基板の膜厚や物性の変動により生じるレジストパターンの寸法や形状の変動を抑える方法を得る。

【解決手段】 投影露光前に、露光光源からの露光光を予め被加工基板に照射し、この露光光に対する前記被加工基板からの反射率を測定し、この反射率を参照して前記被加工基板に対する露光光の適正な強度を決定した後、この決定した強度の露光光を照射して前記被加工基板にマスクパターンを投影する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [597114926]

1. 変更年月日 1997年 8月12日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地

氏 名 株式会社半導体先端テクノロジーズ